第四章

电路定理

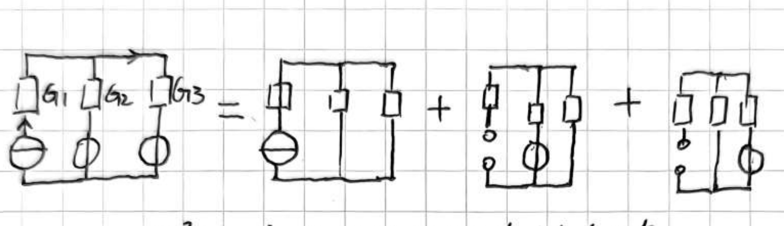
第四章 电路定理

叠加定理　替代定理　戴维宁定理和诺顿定理

最大功率传输定理　*特勒根定理　*互易定理　*对偶定理

4.1 叠加定理（线性电路）

多独立电源 看作单独立电源的叠加（齐次性，可加性）



还可以非彻底拆分

① 叠加定理只适用于线性电路

② 电压源为零 — 短路　电流源为零 — 开路

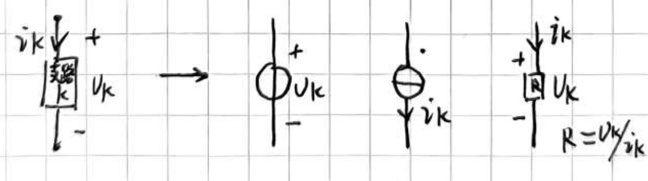
③ 功率不能叠加（二次，不满足齐次性）

④ 受控源应始终保留（非受控源 + 受控源）

齐性原理：（可加性）

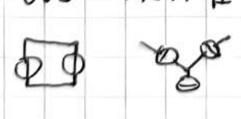
线性电路中，所有激励（独立源）增/减同样倍数，则响应（电压/电流）也增大（或减小）同样的倍数

4.2 替代定理（线，非线性）



替代后电路中全部电压和电流均保持原有值

① 替代后电路必须有唯一解（无电压源回路，无电流源结点）

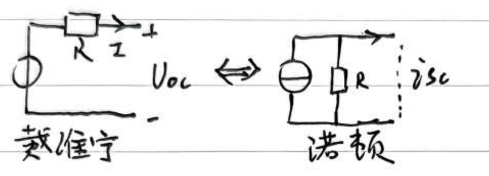


4.3 戴维宁定理和诺顿定理

研究某一支路，将其余的部分等效变换为含源支路，从而计算

（含源支路：电压源与电阻串联 / 电流源与电阻并联）

线性含源一端口 $\begin{cases} U = \pm A \pm BI & \text{（电压源与电阻串）（戴维宁等效）} \\ I = \pm C \pm DU & \text{（电流源与电阻并）（诺顿等效）} \end{cases}$



$U_{oc} = R_{eq} i_{sc}$

开路电压　短路电流

戴维宁定理应用：

(1) 开路电压 U_{oc} 计算：等效的电压源 = 开路电压 U_{oc}

(2) 等效电阻的计算：将内部独立源全置零（压短 流开）

1°) 不含受控源：串，并，Δ-Y互换

2°) 外加电源法：设 i/u，算 u/i，$R = \frac{u}{i}$ 比值

3°) 开路电压，短路电流法 $R = \frac{U_{oc}}{i_{sc}}$

当一端口内部含有受控源时，控制电路与受控源必须包含在被化简的同一部分电路中。

诺顿定理应用：

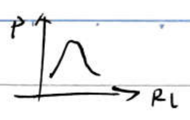
与戴维宁定理类似

注意 ① 若一端口网络的等效电阻 $R_{eq} = 0$，该一端口网络只有戴维宁等效电路，无诺顿等效

② 若一端口网络的等效电阻 $R_{eq} = \infty$，该一端口网络只有诺顿等效电路 无戴维宁等效

4.4 最大功率传输原理

$R_L = R_{eq}$ 时，$P_{max} = \frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}}$



$P = R_L \left(\frac{U_{oc}}{R_{eq} + R_L}\right)^2$（求导求最值）

注 ① 最大功率传输定理用于一端口电路给定，负载可调情况

② 一端口等效电阻功率一般不等于端口内部消耗的功率

因此负载 P_{max} 时，电路传输效率不一定 50%.

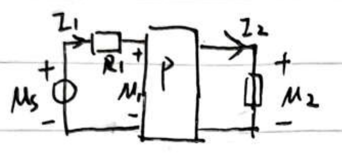
③ 计算 P_{max} 时用上诺顿，戴维宁更方便

4.5 特勒根定理

关联参考方向下，P吸 功率之和等于零 $\sum_{k=1}^{b} u_k i_k = 0$（似计算）

※ 变1：当n结点b支路的两电路具有相同的图时，有拟功率定理

$(u_k\ i_k)\ (\hat{u}_k, \hat{i}_k)$　$\sum_{k=1}^{b} u_k \hat{i}_k = 0$　$\sum_{k=1}^{b} \hat{u}_k i_k = 0$



$R_1 = R_2 = 2\Omega$　$U_s = 8V$　$I_1 = 2A$　$U_2 = 2V$

$R_1 = 1.4\Omega$　$R_2 = 0.8\Omega$　$U_s = 9V$　$I_1 = 3A$　U_2?

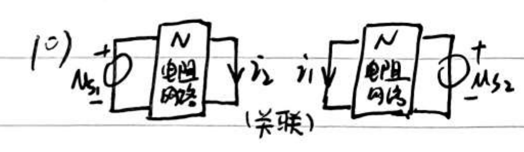
$U_1 = 4V$　$I_1 = 2A$　$U_2 = 2V$　$I_2 = 1A$

$\hat{U}_1 = 4.8V$　$\hat{I}_2 = \frac{5}{4} U_2$　$\hat{I}_1 = 3A$　$\hat{U}_2$

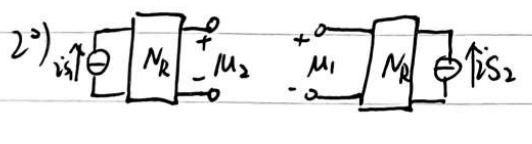
$* \ U_1(-\hat{I}_1) + U_2 \hat{I}_2 = \hat{U}_1 (-I_1) + \hat{U}_2 I_2$

4.6 互易定理（特勒根可推）

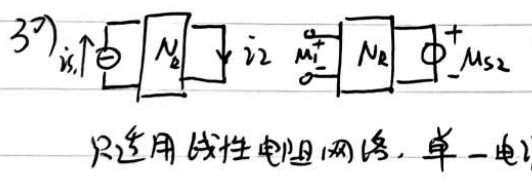
对一仅含电阻二端口电路 N_R，一端加激励，另一响应，只有一激励源时，激励，响应互换，同一激励产生的响应相同

1°) 

$\frac{i_2}{u_{s1}} = \frac{i_1}{u_{s2}}$　$u_{s1} = u_{s2}$ 时 $i_2 = i_1$

2°) 

$\frac{U_2}{i_{s1}} = \frac{U_1}{i_{s2}}$　$i_{s1} = i_{s2}$ 时 $U_2 = U_1$

3°) 

$-u_1 i_{s1} = u_{s2} i_2$

只适用线性电阻网络，单一电源激励，有受控源一般不成立

（1个受控源，不成立，多个可能成立）

4.7 对偶定理

RG，ui，CL，串并，压源流源，结点回路，KCL KVL，Δ-Y

KOKUYO

本笔记在https://github.com/dydcyy-gh/study-notes开源